

## **Analisis Spasial Malaria di Ekosistem Perbukitan Menoreh: Studi Kasus Malaria Bulan September-Desember 2015**

**Dwi Sarwani Sri Rejeki<sup>1\*</sup>, Elsa H Murhandarwati<sup>2</sup>, Hari Kusnanto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

<sup>2</sup> Pusat Kedokteran Tropis dan Departemen Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

\*corresponding author, e-mail: [dwisarwanisr@yahoo.com](mailto:dwisarwanisr@yahoo.com)

Received: 09/08/2018; Published: 30/09/2018

### **Abstract**

**Background:** Malaria is still becoming a public health problem in Indonesia. Menoreh Hills shows as one of the areas with endemic malaria in Java Island which has not been able to achieve the elimination target by 2015. Menoreh Hills is a cross-border administrative area, Central Java Province and Yogyakarta Special Region Province which has its own authority in financial management and budget allocation for malaria control. Furthermore, spatial analysis is very beneficial in controlling malaria, presenting geographic distribution of the disease, testing whether malaria is randomly distributed, evaluating the statistical significance of the disease cluster and showing as an early detection of outbreaks. **Method:** It applied an observational study with cross-sectional spatial analysis design to observe the spreading, grouping pattern and the correlation between house distance to mosquito breeding and population density. The samples collected were 138 malaria cases and 138 controls. It required measurement of the coordinates to the house with Global Positioning System (GPS), identified breeding spots for mosquitoes around the house and collected the date data of malaria diagnosed in District Health Services. The location of the study covered 3 sub-districts as Malaria endemic areas namely Kaligesing, Bagelen and Kokap Sub-districts. Analysis of the data was conducted through ArcGIS, SaTScan dan Geoda software. **Results:** malaria spreading in September-December 2015 was dominated in Kaligesing Sub-district of Purworejo Regency. Malaria cases were more common in areas with low density of population. The buffering analysis discovered that malaria patients were living near to the mosquito breeding (river, springs, and puddle). It was identified that there were 1 primary cluster and 2 secondary clusters which covered 3 districts at research location. **Conclusion:** The results of spatial analysis present that there is an incident of local malaria transmission in Menoreh hills. It requires an integrated malaria control program in Menoreh hills.

**Keywords:** malaria; menoreh hills; spatial

**Copyright © 2018 Universitas Ahmad Dahlan. All rights reserved.**

### **1. Pendahuluan**

Perbukitan Menoreh merupakan kawasan yang secara administratif terletak di Kabupaten Magelang dan Kabupaten Purworejo Jawa Tengah; dan Kabupaten Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. Kawasan Menoreh adalah daerah yang membentuk ekosistem yang khas yang menjadi sumber kehidupan makhluk hidup. Kawasan ini merupakan kawasan karst dan breksi, sebagai penyangga benda cagar budaya, salah

satunya Candi Borobudur. Perbukitan Menoreh memiliki keunikan tersendiri dengan adanya vegetasi yang relatif rapat sehingga sangat mendukung aktivitas makhluk hidup yang tinggal disekitarnya. Potensi-potensi alam yang dimanfaatkan yaitu bidang pertanian dan perkebunan, peternakan, dan pariwisata. Selain potensi tersebut perbukitan Menoreh merupakan daerah endemis malaria. Ada tiga kecamatan di wilayah perbukitan Menoreh yang endemis malaria selama 10 tahun berturut-turut dan penyumbang kasus malaria terbanyak yaitu Kecamatan Bagelen, Kaligesing dan Kokap. Pada tahun 2013/2014 terjadi peningkatan kembali kasus malaria di ekosistem Menoreh, yaitu pada tahun 2013 di Kecamatan Kaligesing 182 (*Annual Parasite Incidence* (API))=5,4/1000), Bagelen 165 (API=4,9/1000), dan Kokap sebanyak sembilan (API=0,2/1000) meningkat pada tahun 2014 menjadi Kecamatan Kaligesing 250 (API=7,5/1000), Bagelen 219 (API=6,6/1000) dan Kokap 62 (API=1,7/1000). Ketiga kecamatan ini merupakan wilayah Menoreh dengan kasus tertinggi malaria dan saling berbatasan. Program pemerintah yang utama dalam rangka pengendalian malaria di Perbukitan Menoreh sejak tahun 2000 yaitu kelambu berinsektisida di samping *Indoor Residual Spraying* (IRS), walaupun tiga tahun terakhir ini IRS sudah mulai jarang dilakukan terutama di Kokap.

Determinan lingkungan dan perilaku mempunyai peran besar pada penyakit malaria. Determinan lingkungan yang berpengaruh terhadap malaria meliputi suhu, curah hujan, kelembaban, ketinggian, komposisi vegetasi indeks, kondisi rumah (kondisi dinding, atap, lantai, ventilasi, keberadaan ternak, kepadatan kamar, dekat tempat perkembangbiakan/sungai dll).<sup>(1);(2);(3)</sup> Hasil studi di Purworejo yang sebagian besar termasuk wilayah Menoreh menunjukkan faktor iklim yaitu kelembaban dan curah hujan mempengaruhi kejadian malaria.<sup>(4)</sup> Upaya pengendalian yang belum efektif, penularan antar wilayah dan pengendalian yang tidak serempak dan terintegrasi diduga juga sebagai penyebab malaria susah dieliminasi di ekosistem Menoreh. Malaria merupakan penyakit lokal spesifik sehingga upaya pengendaliannya pun lokal spesifik.<sup>(5);(6)</sup> Hasil informasi spasial di Menoreh dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perumusan kebijakan, pengambilan keputusan, dan atau pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan malaria. Analisis spasial dalam epidemiologi sangat bermanfaat, terutama untuk mengevaluasi terjadinya perbedaan kejadian menurut area geografi dan mengidentifikasi *clustering* penyakit. Manfaat analisis *clustering* yaitu menampilkan *surveillance geographical* suatu penyakit dan mengidentifikasi *cluster* penyakit secara spasial atau *space-time* serta mengetahui apakah *cluster* signifikan secara statistik; mengetahui apakah suatu penyakit terdistribusi secara random menurut tempat, menurut waktu serta menurut tempat dan waktu. Menurut tempat jika analisis spasial dapat memprediksikan dan mengidentifikasi wilayah-wilayah yang berisiko tinggi malaria. Menurut waktu jika analisis spasial dapat mengidentifikasi waktu yang berisiko tinggi malaria dan menurut tempat dan waktu jika hasil analisis spasial dapat mengidentifikasi wilayah dan waktu yang berisiko tinggi malaria secara bersamaan.<sup>(7)</sup>

## 2. Metode

Populasi kasus yaitu seluruh penderita positif malaria dengan pemeriksaan klinis dan laboratorium yang tercatat di puskesmas dan dinas kesehatan selama periode 1 Januari 2015-31 Desember 2015. Populasi kontrol yaitu bukan penderita malaria tercatat di puskesmas dan dinas kesehatan selama periode 1 Januari 2015-31 Desember 2015. Jumlah sampel kasus dan kontrol yaitu 138 kasus dan 138 kontrol yang diambil dari data terbaru September-Desember 2015.

Dilakukan pengambilan data penderita malaria dari puskesmas kemudian kemudian dilakukan observasi di rumah masing-masing. Pemilihan Puskesmas dalam penelitian ini adalah Puskesmas yang termasuk wilayah ekosistem Perbukitan Menoreh dan merupakan puskesmas endemis malaria selama 10 tahun terakhir. Adapun Puskesmas yang memenuhi kriteria termasuk wilayah ekosistem Perbukitan Menoreh dan merupakan Puskesmas endemis malaria 10 tahun terakhir yaitu Puskesmas Bagelen, Puskesmas Dadirejo, Puskesmas Kaligesing, Puskesmas I Kokap, dan Puskesmas II Kokap. Dilakukan pengukuran titik koordinat rumah kasus dan kontrol menggunakan GPS yang diukur dari depan pintu rumah yang tidak terhalang. Sebelum dilakukan pengambilan data, GPS dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan dengan menyamakan koordinat geografis

suatu tempat pada GPS dan referensi seperti *Google Earth*. Data tanggal diagnosis sakit malaria diperoleh dari puskesmas dan dilakukan identifikasi tempat perkembangbiakan nyamuk di sekitar rumah kasus dan kontrol. Data kepadatan penduduk (jumlah penduduk per desa dan luas desa) dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Purworejo dan Kulonprogo.

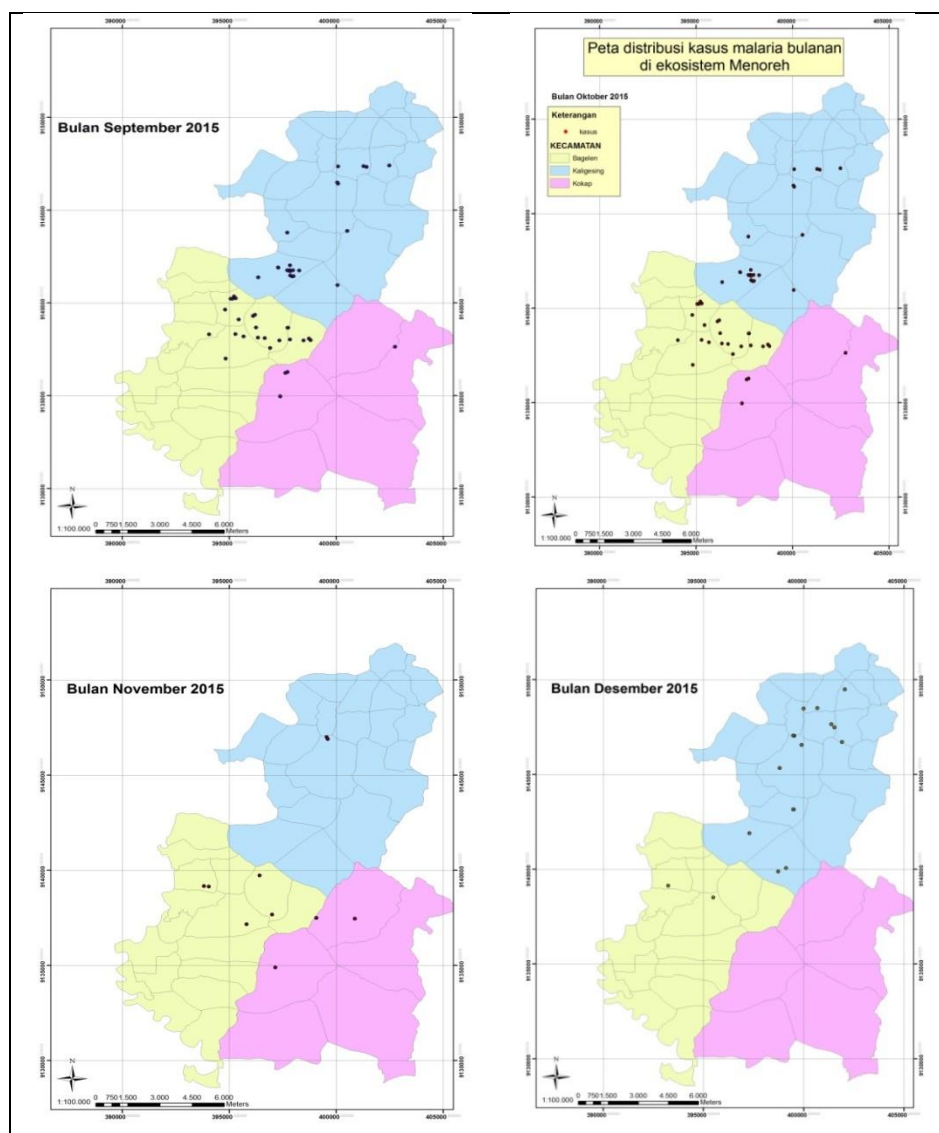
Analisis pada penelitian meliputi analisis *buffering*, *clustering* dan ketergantungan spasial. Analisis *buffering* digunakan untuk mengetahui pengelompokan kasus malaria. Unsur spasial yang digunakan dalam analisis ini adalah tempat perkembangbiakan. Analisis *clustering* dilakukan dengan perangkat lunak *SaTScan* dengan tujuan untuk mengetahui *cluster* atau pengelompokan kejadian malaria secara ruang dan waktu (*space time permutation model*). Analisis *space time permutation model* akan divisualisasikan dengan program Arcmap 10.1. Analisis *SaTScan* menggunakan *Space-Time Permutation Model (Likelihood Ratio Test)* dengan melihat cluster yang signifikan yaitu *most likely cluster* dan *secondary cluster*. Waktu agregat yang digunakan adalah 14 hari. Setelah dilakukan analisis *clustering* akan dilakukan *overlay* antara malaria positif dengan variabel kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk dalam penelitian ini adalah kepadatan penduduk tiap desa. Variabel ini diperoleh dengan membagi jumlah penduduk dengan luas desa (km<sup>2</sup>). Jumlah penduduk dan luas desa diperoleh dari data sekunder.

Analisis ketergantungan spasial untuk mengetahui ada hubungan kepadatan penduduk kejadian malaria dengan regresi dengan Geoda. Hasil analisis melihat nilai *likelihood ratio test* pada hasil analisis Geoda. Jika dalam analisis regresi pada Geoda menunjukkan nilai *p-value* >0,05 menunjukkan secara kewilayahan tidak terdapat hubungan signifikan antara kepadatan penduduk dengan kejadian malaria.

### 3. Hasil dan Pembahasan

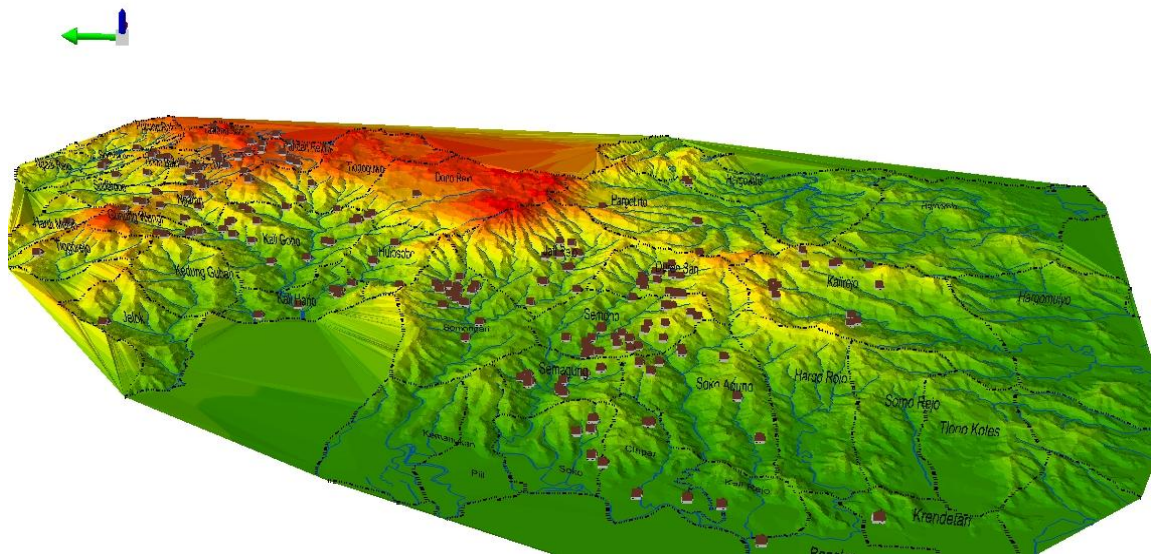
#### 3.1. Hasil

Dilakukan observasi pengambilan titik koordinat rumah kasus (penderita malaria) 138 penderita. Hasil penelitian menunjukkan jumlah kasus terbanyak terdapat di Puskesmas Kaligesing (81 kasus), Puskesmas Dadirejo (30 kasus), Puskesmas Bagelen (15 kasus), Puskesmas Kokap I (9 kasus) dan Puskesmas Kokap II (3 kasus). Adapun lima desa dengan kasus terbanyak yaitu Somongari, Kaligono, Semono, Sokoagung dan Kalirejo (Kokap). Adapun rata-rata umur kasus 32,1 tahun dan umur kontrol kontrol 35,2 tahun. Rata-rata jarak rumah dengan tempat perindukan nyamuk pada kasus 83,9 meter dan pada kelompok kontrol 167,0 meter. Proporsi kelompok kasus yang mempunyai jarak rumah dengan perkembangbiakan nyamuk ≤100 meter (83,3%) lebih banyak dengan kelompok kontrol (69,6%). Gambar 1 menunjukkan gambaran koordinat rumah kasus per bulan dari bulan September-Desember 2015.



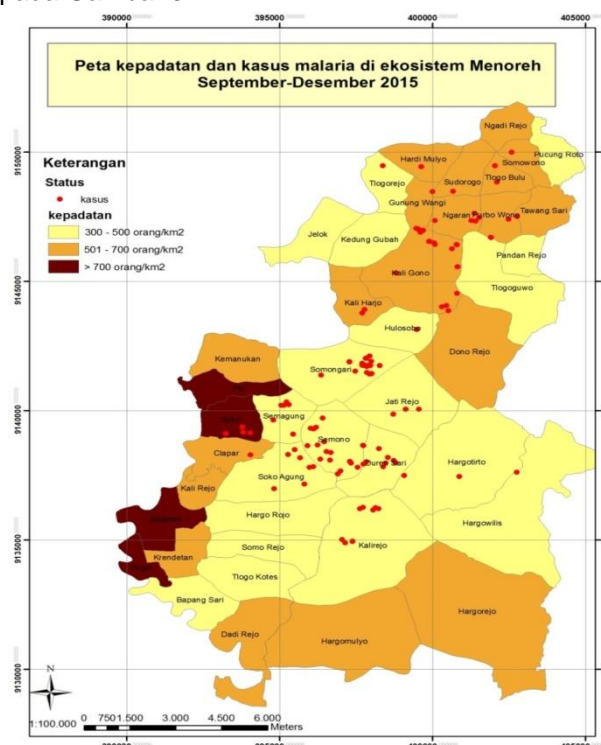
**Gambar 1.** Distribusi Spasial Temporal Kejadian Malaria Bulanan di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015

Selama empat bulan yaitu periode September-Desember 2015 kasus malaria banyak terjadi di Kecamatan Bagelen dan Kaligesing dengan pola penyebaran yang hampir sama pada desa-desa tertentu seperti Semono, Semagung, Durensari, Somongari dan Kaligono. Kasus malaria lebih banyak terjadi bulan September-Oktober dan cenderung menurun pada bulan November dan sedikit meningkat pada bulan Desember. Pola ini sama dengan pola tahunan penyakit malaria tahun 2005-2014 di ekosistem Menoreh. Berikut ini sebaran kasus malaria periode September-Desember 2015 di ekosistem Menoreh.



**Gambar 2.** Peta Sebaran Kasus Malaria Bulan September-Desember 2015 di Ekosistem Menoreh

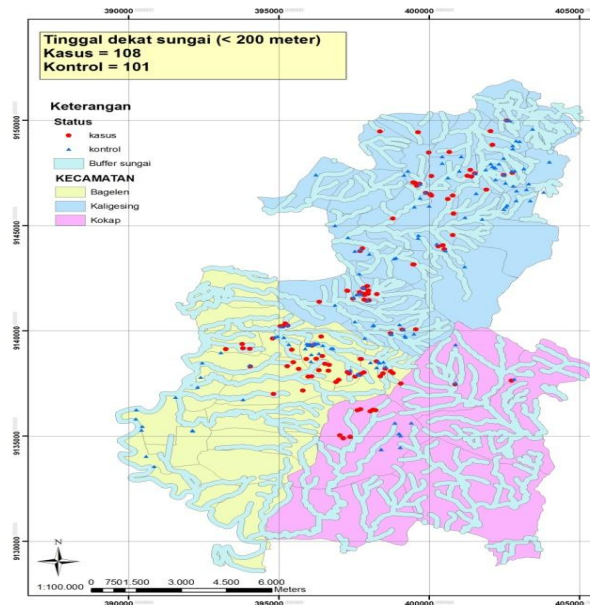
Kasus malaria lebih banyak terjadi pada wilayah dengan kepadatan penduduk lebih rendah yaitu dengan kepadatan 300-700 orang/km<sup>2</sup>. Ada 134 (97,1%) kasus yang mempunyai tempat tinggal dengan kepadatan 300-700 orang/km<sup>2</sup>. Desa dengan kepadatan tertinggi di ekosistem Menoreh tahun 2015 adalah Desa Bagelen (1062 jiwa/km<sup>2</sup>) dan desa dengan kepadatan penduduk terendah adalah Desa Hargorojo (300 jiwa/km<sup>2</sup>). Hasil *overlay* kepadatan penduduk dan kasus malaria di ekosistem Menoreh bulan September-Desember 2015 dapat dilihat pada Gambar 3.



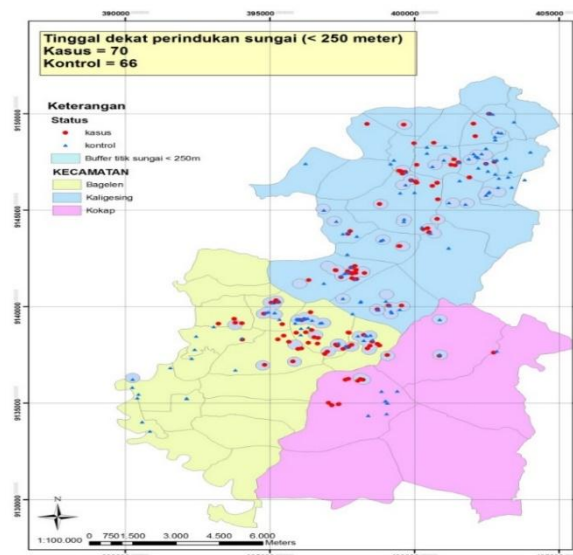
**Gambar 3.** Peta Distribusi Spasial Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh Bulan September-Desember 2015 Berdasarkan Kepadatan Penduduk



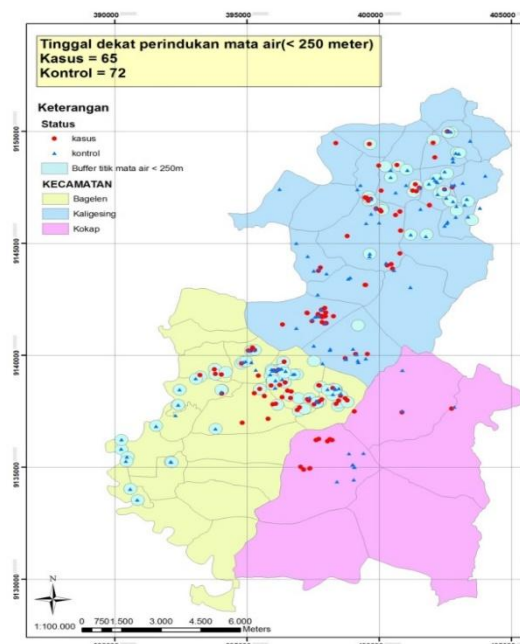
Analisis *buffering* yang digunakan pada penelitian ini yaitu unsur perkembangbiakan nyamuk yang terdiri dari *buffer* sungai, mata air, kalen dan cekungan/genangan. Analisis *buffering* kejadian malaria di ekosistem Menoreh bulan September-Desember 2015 dilakukan dengan membuat peta tempat tinggal responden menurut *buffer* tempat perkembangbiakan nyamuk (sungai, mata air, kalen, cekungan/genangan). *Buffer* dibuat dengan radius 200 meter dan 250 meter. Radius 200 meter digunakan untuk *buffer* sungai, radius 250 meter digunakan untuk *buffer* sungai (titik sungai), mata air, kalen, cekungan/genangan. Tempat tinggal responden menurut *buffer* perkembangbiakan nyamuk (sungai, mata air, kalen, cekungan/genangan) tersaji pada Gambar 4 sampai 8.



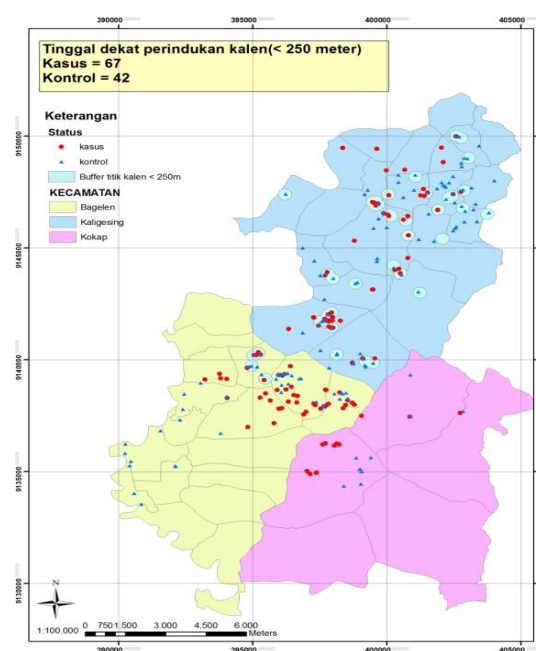
**Gambar 4.** Peta *Buffering* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015 Berdasarkan Jarak Rumah Responden dengan Sungai (Kasus lebih banyak bertempat tinggal di hulu-hulu sungai)



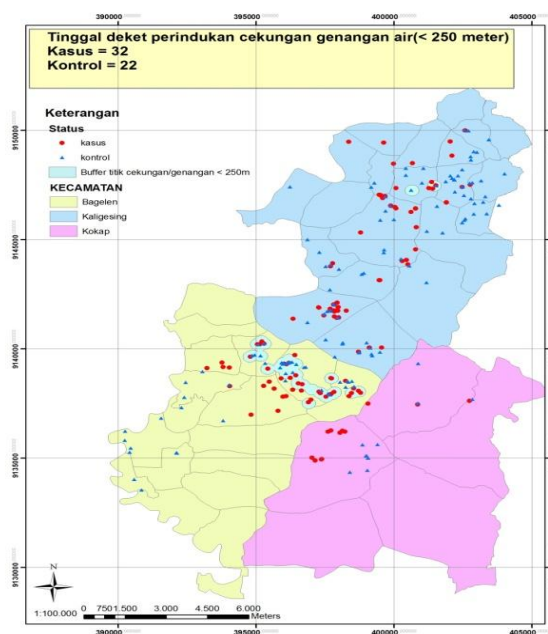
**Gambar 5.** Peta *Buffering* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015 Berdasarkan Jarak Rumah Responden dengan Perkembangbiakan Nyamuk (Titik sungai terdekat)



**Gambar 6.** Peta *Buffering* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015 Berdasarkan Jarak Rumah Responden dengan Perkembangbiakan Nyamuk (Mata air)



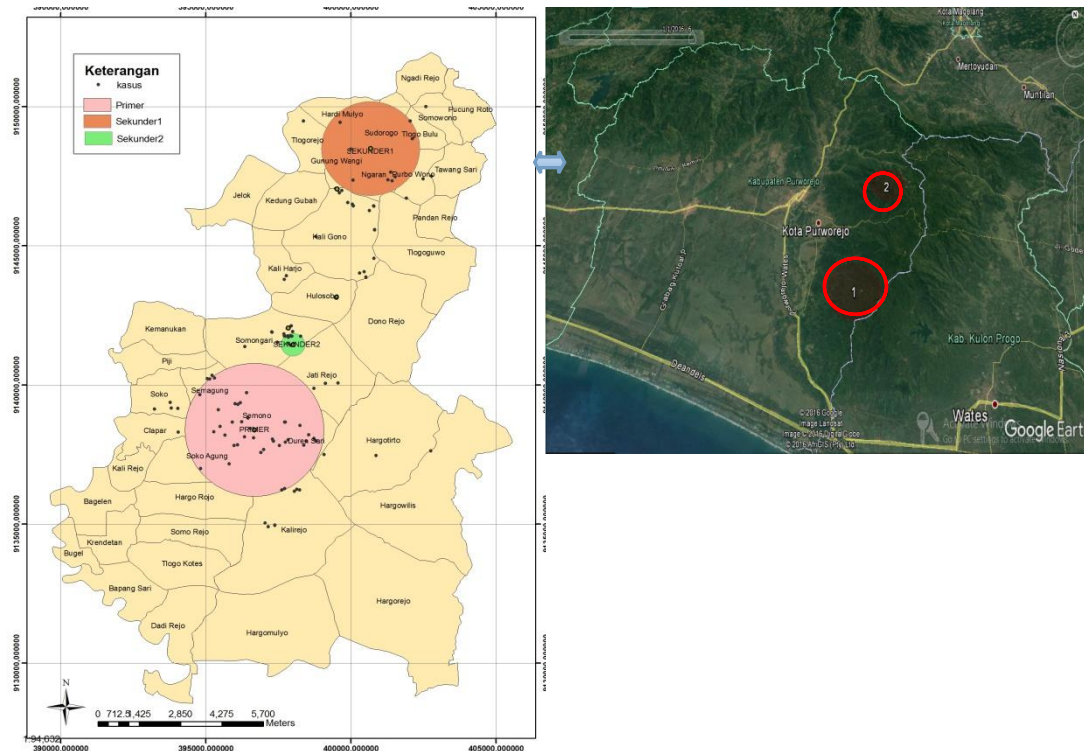
**Gambar 7.** Peta *Buffering* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015 Berdasarkan Jarak Rumah Responden dengan Perkembangbiakan Nyamuk (Kalen)



**Gambar 8.** Peta *Buffering* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh September-Desember 2015 Berdasarkan Jarak Rumah Responden dengan Perkembangbiakan Nyamuk (Cekungan/Genangan)

Berdasarkan Gambar 4 sampai 8 ditemukan kelompok kasus yang tinggal <200 meter *buffer* sungai ada 108 orang, <250 meter titik *buffer* sungai ada 70 orang, <250 meter *buffer* mata air 65 orang, <250 meter *buffer* kalen 67 orang dan <250 meter *buffer* cekungan/genangan 32 orang. Secara umum kelompok kasus mempunyai kecenderungan tempat tinggal dekat dengan tempat perkembangbiakan nyamuk. Hasil *buffering* kejadian malaria dengan sungai di ekosistem Menoreh menunjukkan kejadian malaria lebih banyak terjadi di permulaan sungai (hulu-hulu sungai) dan juga lereng-lereng perbukitan. Kejadian malaria yang dikelilingi oleh tempat perkembangbiakan nyamuk seperti kalen, mata air dan cekungan genangan air dalam lebih banyak di Kabupaten Purworejo. Untuk tempat perkembangbiakan berupa cekungan/genangan air lebih banyak terjadi di Kecamatan Bagelen bagian tengah yaitu Desa Durensari, Semono dan Semagung. Hasil analisis *clustering* dengan waktu agregat 14 hari kemudian dioverlaykan dengan malaria positif dan kepadatan penduduk tahun 2015. Gambar 9 menunjukkan hasil *overlay clustering* dan kasus malaria positif.





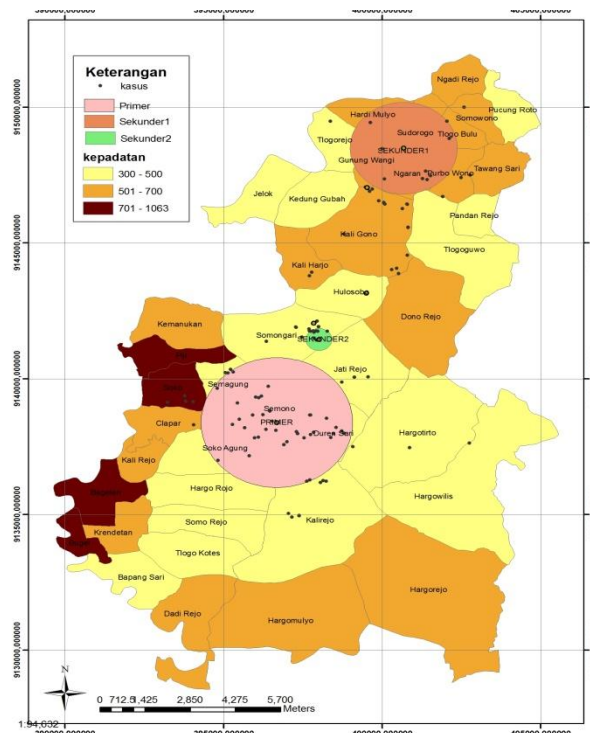
**Gambar 9.** Peta *Cluster* Kejadian Malaria di Ekosistem Menoreh Bulan September-Desember 2015

Hasil analisis dengan Satscan menunjukkan pengelompokan kasus malaria di ekosistem Menoreh menghasilkan *most likely cluster* (*cluster primer*) dan 2 *secondary cluster* (*cluster sekunder*). *Most likely cluster* (*cluster primer*) terjadi pada 1 September 2015 sampai 24 September 2015, jumlah kasus 22 dan berpusat pada titik koordinat (-7.793750 S, 110.062861 E) dengan radius pengelompokan sejauh 2,39 km dan bermakna secara statistik ( $p=0,0057$ ). Wilayah *cluster primer* ini merupakan perpaduan tiga wilayah administrasi yaitu Desa Somongari dan Jatirejo Kecamatan Kaligesing; Desa Semono, Semagung Sokoagung, Durensari Kecamatan Bagelen; dan Desa Kalirejo Kecamatan Kokap. Dari hasil Satscan tersebut dapat disimpulkan bahwa sebaran kasus malaria di ekosistem Menoreh berdistribusi tidak random. Hal ini menjelaskan jika ada satu penderita malaria dalam satu wilayah tersebut, penduduk yang berdomisili dengan radius sejauh 2,39 km dari tempat kasus malaria tinggal, akan memiliki peluang sangat besar (*high risk*) terkena penularan malaria apabila secara kewilayahan terdapat hubungan yang bermakna antara faktor lingkungan dengan dengan kejadian malaria.

Pengelompokan kasus sekunder pertama di wilayah Desa Sudorogo, Tlogobulu, Hardimulyo, Gunung Wangi, Ngaran, Purbowono, Tlogorejo Kecamatan Kaligesing yang berpusat pada titik koordinat (-7.702375 S, 110.099328 E) dengan radius pengelompokan 1,69 km sebanyak enam kasus bermakna secara statistik  $p=0,011$  yang terjadi pada tanggal 18 Desember 2015 sampai 31 Desember 2015. Pengelompokan kasus sekunder kedua di Desa Somongari dan Jatirejo Kecamatan Kaligesing berpusat pada titik koordinat (-7.766092 S, 110.074958 E) dengan radius pengelompokan 0,41 km sebanyak 12 kasus yang terjadi pada tanggal 25 September 2015 sampai 8 Oktober 2015 dan tidak bermakna secara statistik  $p=0,069$ .

Pada analisis *overlay clustering* malaria dengan kepadatan penduduk, kepadatan penduduk dikategorikan menjadi tiga yaitu kurang padat (300-500 orang/km<sup>2</sup>), cukup padat (501-700 orang/km<sup>2</sup>) dan sangat padat (701-1063 orang/km<sup>2</sup>). Hasil analisis menunjukkan, *most likely clustering* terjadi pada desa dengan kategori kurang padat. *Secondary clustering* pertama terjadi pada desa dengan kategori cukup padat dan *secondary clustering* yang

kedua terjadi pada desa dengan kategori kepadatan kurang padat. Hasil *overlay* kasus malaria dan kepadatan disajikan pada gambar 10 berikut ini.



**Gambar 10.** Peta *Cluster* Kejadian Malaria dan Kepadatan di Ekosistem Menoreh Bulan September-Desember 2015

Hasil analisis uji ketergantungan hubungan kepadatan penduduk dengan kasus malaria menggunakan uji Moran's I pada software Geoda diperoleh nilai Moran's I sebesar 2,4130 dengan *p-value* sebesar 0,01582 ( $<0,05$ ) yang artinya ada autokorelasi antar lokasi. Artinya desa-desa di Menoreh saling berhubungan kaitannya dengan kasus malaria dan kepadatan, ketergantungan wilayah satu dengan wilayah lain. Hal ini menunjukkan ada hubungan secara spasial antara kepadatan dan kasus malaria tahun 2015.

### 3.2. Pembahasan

Distribusi kasus malaria selama empat bulan yaitu September-Desember 2015 menyebar di tiga kecamatan di ekosistem Menoreh, kejadian paling banyak di Kecamatan Kaligesing dan Bagelen. Malaria cenderung menurut pada bulan November, dan meningkat lagi pada bulan Desember. Pola selama empat bulan ini sama dengan pola tahunan malaria selama 11 tahun terakhir. Bulan November merupakan peralihan musim dari kemarau ke penghujan. Pada bulan ini populasi *Anopheles* tinggi, sehingga pada bulan Desember kasus malaria akan mulai meningkat lagi. Hasil penelitian di Purbalingga menyatakan bahwa populasi *Anopheles maculatus* tinggi pada awal musim kemarau dan awal musim penghujan dengan hujan yang tidak begitu deras dan aliran sungai lambat.<sup>(8)</sup>

Kejadian malaria selama empat bulan lebih banyak terjadi di daerah perbukitan dengan ketinggian 300-750 meter, daerah perbatasan, sekitar perkembangbiakan nyamuk (sungai, mata, kalen, cekungan/kobakan air) dengan kategori kepadatan lebih rendah. Karakteristik lokasi kasus sama ini dengan karakteristik nyamuk *Anopheles* yang pada penelitian sebelumnya. Larva *An.maculatus* dan *An.balabaciensis* ditemukan bersama *An.vagus*, *An.kochi*, dan *An.flavivrosus* pada sumber air/belik, kobakan air, sungai yang berbatu yang airnya tergenang dengan lumut dan gulma air. Nyamuk dewasa ditemukan beristirahat di kandang kambing, lereng-lereng tebing di antara pepohonan teh-tehan. Nyamuk ini ditemukan pada ketinggian 300-400 mdpl.<sup>(9)</sup> Wilayah ekosistem perbukitan

Menoreh didominasi oleh jenis bebatuan andesite yang mempunyai porositas yang rendah, sehingga memungkinkan akumulasi air yang menggenang pada singkapan batu.<sup>(10)</sup> Penelitian tentang pola penyebaran malaria di Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo menunjukkan sebanyak 42,8% penderita malaria tinggal disekitar waduk Sermo dan sungai.<sup>(11)</sup> Pada beberapa wilayah perbatasan sering ditemukan kasus malaria, hal ini menunjukkan penularan antar wilayah terjadi. Konsep penyakit tular vektor seperti malaria adalah konsep ekosistem, bukan konsep wilayah administrasi. Kondisi di lokasi penelitian menunjukkan penanganan malaria lintas batas masih belum optimal, intervensi belum dilakukan secara terpadu.

Hasil *overlay* kasus malaria dan kepadatan penduduk pada tahun 2015 menunjukkan kasus malaria lebih banyak terjadi pada wilayah dengan kepadatan penduduk lebih rendah. Hasil studi di Papua Indonesia menyatakan masyarakat yang tinggal di daerah rural (pedesaan) mempunyai risiko lebih besar terkena malaria dibandingkan dengan masyarakat yang tinggal di daerah urban dengan OR=1,43.<sup>(12)</sup> Hasil analisis *buffering* terhadap tempat perkembangbiakan nyamuk yang meliputi sungai, titik *buffer* sungai, mata air, kalen, cekungan/genangan menunjukkan sebagian besar penderita malaria di ekosistem Menoreh bertempat tinggal dekat dengan perkembangbiakan nyamuk tersebut. Hasil *buffering* dengan sungai menunjukkan malaria lebih banyak terjadi di sekitar hulu sungai dan lereng bukit. Hal ini memudahkan jentik nyamuk untuk menyebar ke daerah lain bersama mengalirnya sungai. Banyaknya bebatuan di pinggir sungai dilokasi penelitian menjadikan jentik bisa berkembangbiak dilokasi tersebut.

Tempat tinggal yang berdekatan dengan perkembangbiakan nyamuk memiliki risiko yang lebih besar penghuninya menderita malaria, hal ini berkaitan dengan jarak terbang nyamuk. Studi di Peruvian menyatakan rumah dengan jarak  $\leq 200$  meter dari pembuangan air mempunyai risiko 2,3 kali lebih besar pada penghuninya menderita malaria.<sup>(13)</sup> Studi di Uganda dan dataran tinggi Afrika menunjukkan jarak rumah yang dekat dengan perkembangbiakan nyamuk berhubungan dengan insiden malaria yang lebih tinggi.<sup>(14);(15)</sup> Studi di Uganda menunjukkan rumah yang berada <100 meter rawa-rawa memiliki risiko lebih besar terjadinya malaria.<sup>(16)</sup> Nyamuk *Anopheles* mampu terbang hingga kurang lebih dua kilometer.<sup>(17)</sup>, namun dengan bantuan angin nyamuk ini mampu terbang mencapai jarak 30 km atau lebih, karena palpus dan antena terdapat *chemosensitive neurosensila* yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan inang pada jarak tertentu.<sup>(8)</sup>

Hasil analisis *clustering* selama empat bulan di lokasi penelitian mengidentifikasi satu *cluster* primer dan dua *cluster* sekunder. Lokasi *cluster* primer mencakup tiga kecamatan yaitu Kecamatan Bagelen, Kaligesing dan Kokap dengan radius 2,39 km. Adapun wilayah yang terdeteksi sebagai *cluster* primer terdiri dari dua desa di Kecamatan Kaligesing, empat desa di Kecamatan Bagelen dan satu desa di Kecamatan Kokap. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi transmisi malaria di wilayah tersebut. Jika ada satu penderita di wilayah tersebut, masyarakat yang berdomisili dengan radius 2,39 memiliki risiko tertular malaria. Adanya kebiasaan lagan yaitu membantu saudara dan tetangga yang punya hajatan sampai malam hari memungkinkan terjadinya penularan antar desa di ekosistem Menoreh. *Cluster* primer yang terdeteksi merupakan wilayah lintas batas administrasi, hal ini menunjukkan perlu upaya penanganan malaria secara terpadu menggunakan konsep pengendalian ekosistem.

Upaya pengendalian konsep ekosistem yaitu satu gerak langkah bersama di wilayah ekosistem Menoreh untuk bersama-sama mengendalikan malaria menuju eliminasi malaria. Perlu koordinasi dan pengendalian terpadu bersama antar wilayah administrasi di ekosistem Menoreh. Diperlukan juga campur tangan pemerintah pusat dalam hal ini Kementerian Kesehatan dalam rangka pengendalian malaria berbasis ekosistem ini. Malaria dapat dikendalikan melalui upaya kesehatan berbasis komunitas, berorientasi pencegahan, kerjasama secara lintas sektor, adanya keterlibatan masyarakat serta terencana dan terorganisir.<sup>(18)</sup> Upaya pengendalian vektor malaria dilakukan melalui manajemen lingkungan yaitu memerlukan kerjasama dialog yang efektif, antara sektor kesehatan, pertanian, perencanaan pemukiman, pemerhati lingkungan, akademisi dan masyarakat. Sumber daya manusia yang menangani malaria juga masih terbatas, seperti keterbatasan kuantitas dan kualitas tenaga mikroskopi dan Juru Malaria Desa (JMD). Di lokasi penelitian peran JMD dalam penemuan, kunjungan ke daerah endemis masih sangat kurang, hal ini berdampak pada terjadinya penularan malaria setempat. Studi di Banyumas

juga menunjukkan JMD mempunyai ketrampilan yang kurang seperti tidak melakukan kunjungan rumah sesuai *scedule*, tidak membuat laporan secara rutin, tidak mengirimkan preparat pemeriksaan segera dan tidak terstandar hasil preparat pengambilan darahnya.<sup>(19)</sup>

Hasil *overlay clustering* malaria dengan kepadatan penduduk menunjukkan *most likely cluster* (*cluster primer*) terjadi pada wilayah dengan kategori kepadatan kurang padat. Daerah pedesaan merupakan daerah termasuk kategori kurang padat ini. Hal ini menunjukkan walaupun masuk kategori wilayah kurang padat tetapi pengelompokkan kasus malaria terjadi, hal ini menunjukkan peran vektor nyamuk *Anopheles* dalam menularkan malaria dan banyaknya tempat perkembangbiakan nyamuk di wilayah penelitian. Lingkungan perkotaan yang biasanya padat penduduknya sebagian besar merupakan wilayah yang tidak cocok untuk vektor malaria karena kurangnya tempat perkembangbiakan dan terjadinya pencemaran pada habitat larva.<sup>(20)</sup> Tempat perkembangbiakan potensial nyamuk malaria di Kabupaten Purworejo dan Kulonprogo yaitu pinggiran sungai, kobakan sepanjang sungai, mata air, rawa-rawa, dan persawahan. Tempat perkembangbiakan ini lebih banyak ditemukan di daerah pedesaan yang tidak padat penduduknya. Di daerah perkotaan merupakan daerah yang akses pelayanan kesehatan lebih baik sehingga upaya pengobatan dan pencegahan malaria bisa diakses lebih baik oleh masyarakat. Pada malaria adanya proses urbanisasi yang menjadikan wilayah menjadi padat umumnya dianggap bisa mengurangi penularan malaria karena adanya transformasi ekonomi dan sosial yang berkaitan dengan perbaikan sanitasi dan kebersihan lingkungan.

Hasil uji ketergantungan spasial menunjukkan ada hubungan kepadatan penduduk dengan kasus malaria pada tahun 2015, kejadian malaria di Perbukitan Menoreh lebih banyak terjadi di wilayah yang kurang padat penduduknya. Hasil studi di Kabupaten Banyumas menunjukkan salah satu faktor yang berhubungan dengan API malaria yaitu kepadatan penduduk.<sup>(21)</sup> Hasil studi di Bangladesh menyatakan kepadatan penduduk yang rendah sebagai faktor risiko malaria di daerah tersebut.<sup>(22)</sup> Hasil analisis spasial di ekosistem Menoreh menunjukkan sebagian besar kasus ditemukan pada kepadatan 300-700 orang/km<sup>2</sup>. Ada 134 (97,1%) kasus yang mempunyai tempat tinggal dengan kategori kepadatan 300-700 orang/km<sup>2</sup>. Hasil ini sesuai penelitian di Kabupaten Purworejo yang menyatakan secara spasial kasus malaria terjadi pada desa-desa yang kepadatannya lebih rendah, tetapi secara statistik tidak ada hubungan antara kepadatan penduduk dengan kejadian malaria di Purworejo.<sup>(23)</sup>

#### 4. Simpulan

Penyebaran malaria di ekosistem perbukitan Menoreh lebih dominan di Kecamatan Kaligesing. Hasil analisis buffering menunjukkan penderita malaria bertempat tinggal dekat perindukan nyamuk seperti sungai, mata air, genangan air, kalen, kobakan. Teridentifikasi satu *cluster primer* dan dua *cluster sekunder*. Lokasi *cluster primer* mencakup tiga kecamatan di lintas batas perbukitan Menoreh dengan radius 2,39 km.

#### Daftar Pustaka

1. Graves PM, Richards FO, Ngondi J, Emerson PM, Shargie EB, Endeshaw T, et al. Individual, household and environmental risk factors for malaria infection in Amhara, Oromia and SNNP regions of Ethiopia. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2009;103(12):1211–20.
2. Guthmann, Hall, Jaffar, A. Palacios JL and L. Environmental risk factors for clinical malaria: a case-control study in The Grou Region of Peru. Vol. 95, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene.* 2001. p. 577–83.
3. Handayani L, Pebrorizal, Soeyoko. Faktor risiko penularan malaria vivax. *Ber Kedokt Masy.* 2008;24(1):38–43.
4. Rejeki DSS, Nurhayati N, Aji B, Murhandarwati EEH, Kusnanto H. A time series analysis: Weather factors, human migration and malaria cases in endemic area of Purworejo, Indonesia, 2005-2014. *Iran J Public Health.* 2018;47(4):499–509.
5. Sopi IIPB. Beberapa aspek perilaku *Anopheles* *sundaicus* di Desa Konda Maloba Kecamatan Katikutana Selatan Kabupaten Sumba Tengah. *Aspirator.* 2014;6(September):63–72.

6. Carter R, Mendis KNN, Roberts D. Spasial targeting of interventions against malaria. *Bull World Health Organ*. 2000;78(12):1401–11.
7. Supriyanto, Nurhayati N, Rejeki DSS. Analysis of Malaria Incidence in Banyumas Using Spatio-Temporal Approach. *Kemas*. 2017;13(1):1–6.
8. Widiarti, Heriyanto B, Widyastuti U. Analisis Pada Kejadian Luar Biasa (KLB) Malaria di Desa Panusupan Kecamatan Rembang dan Desa Sidareja Kecamatan Kaligondang Kabupaten Purbalingga. *Media Litbang Kesehat*. 2014;24(4):169–80.
9. Lestari EW, Sukowati S, Soekidjo, Wigati. Vektor Malaria Di Daerah Bukit Menoreh, Purworejo, Jawa Tengah. *Media Litbang Kesehat*. 2007;XVII:30–5.
10. Murhandarwati EEH, Fuad A, Sulistyawati, Wijayanti MA, Bia MB, Widartono BS, et al. Change of strategy is required for malaria elimination: a case study in Purworejo District, Central Java Province, Indonesia. *Malar J*. 2015;14(1):318.
11. Solikhah. Pola penyebaran penyakit malaria di Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. *Bul Penelit Kesehat*. 2012;15; 3(274):213–22.
12. Hanandita W, Tampubolon G. Geography and social distribution of malaria in Indonesian Papua: a cross-sectional study. *Int J Health Geogr*. 2016;15(1):13.
13. Rosas-Aguirre A, Ponce OJ, Carrasco-Escobar G, Speybroeck N, Contreras-Mancilla J, Gamboa D, et al. Plasmodium vivax malaria at households: spasial clustering and risk factors in a low endemicity urban area of the northwestern Peruvian coast. *Malar J*. 2015;14(1):176.
14. Staedke SG, Nottingham EW, Cox J, Kanya MR, Rosenthal PJ, Dorsey G. Short report: proximity to mosquito breeding sites as a risk factor for clinical malaria episodes in an urban cohort of Ugandan children. *Am J Trop Med Hyg*. 2003;69(3):244–6.
15. Protopopoff N, Van Bortel W, Speybroeck N, Van Geertruyden JP, Baza D, D'Alessandro U, et al. Ranking malaria risk factors to guide malaria control efforts in African highlands. *PLoS One*. 2009;4(11):1–10.
16. Clark TD, Greenhouse B, Njama-Meya D, Nzarubara B, Maiteki-Sebuguzi C, Staedke SG, et al. Factors determining the heterogeneity of malaria incidence in children in Kampala, Uganda. *J Infect Dis*. 2008 Aug 1;198(3):393–400.
17. Susanna D. *Dinamika Penularan Malaria*. Jakarta: UI-Press; 2010.
18. Achmadi umar F, Hasyim H. Manajemen Penyakit Lingkungan Berbasis Wilayah. *J Manaj Pelayanan Kesehat*. 2008;11(2):72–6.
19. Rejeki DSS, Nurlaela S, Octaviana D, Kusnanto H, Murhandarwati EH. Malaria community health workers eliminating malaria in Banyumas regency. *Kemas*. 2016;12(1):90–9.
20. Qi Q, Guerra CA, Moyes CL, Elyazar IR, Gething PW, Hay SI, et al. The effects of urbanization on global Plasmodium vivax malaria transmission. *Malar J*. 2012;11:403.
21. Rejeki DSS, Sari RA, Nurhayati N. Annual Parasite Incidence Malaria di Kabupaten Banyumas. *Kesmas (Jurnal Kesehat Masy Nasional)*. 2014;9(2):137–43.
22. Haque U, Sunahara T, Hashizume M, Shields T, Yamamoto T, Haque R, et al. Malaria prevalence, risk factors and spasial distribution in a hilly forest area of Bangladesh. *PLoS One*. 2011;6(4):e18908.
23. Sulistyawati. Statistik Spasial Kepadatan Penduduk terhadap Kejadian Malaria di Kabupaten Purworejo Menggunakan GIS. *J Kesmas*. 2007;6(1):162–232.